

## 栃木県二宮町専修寺に生育する根萌芽するケヤキの実生探索の試み

Seedling Search for a Root-sprouting *Zelkova* Tree that Registered as a Natural Monument of Tochigi Prefecture Located in Senju-ji Temple

小林幹夫, 伊藤希代子

Mikio KOBAYASHI, Kiyoko ITO

宇都宮大学農学部森林科学科

Department of Forest Science, Faculty of Agriculture,  
Utsunomiya University, 350 Minemachi, Utsunomiya 321-8505, Japan

## Summary

*Zelkova serrata* is a very useful silvicultural and ornamental tree that commonly propagates through seeds produced by sexual reproduction. On Jan. 16, 1998, Tochigi Prefecture registered five *Zelkova* trees located in the Senju-ji Temple of Ninomiya Cho as a natural monument due to their root-sprouting characteristics. If any root-sprouting seedlings of the *Zelkova* tree could be obtained, the material would provide a clue to improving the technology for forestry and/or the repair damaged old trees. Using RAPD and morphological analyses, we attempted to identify tree seedlings with root-sprouting characteristics. A UPGMA dendrogram identified a seedling that could possess root-sprouting characteristics; it had an enlarged trunk base diameter and an elongated lateral root with a large diameter at its base.

**Keywords :** RAPD, root sprouting, seedling, *Zelkova serrata*

## 要 旨

栃木県芳賀郡二宮町の専修寺には、根萌芽する数本のケヤキがあり、そのうちの4本とそれらに隣接して母樹と推定された1本が一括して1998年に栃木県の天然記念物に指定された。専修寺の境内には風致林を中心に23本のケヤキ成木があり、毎年多数の実生を生じる。ケヤキは本来、有性生殖によって生じた種子で繁殖するが、根萌芽特性を持つ実生苗を入手できれば、優良な形質をクローン増殖によって維持し、また天然記念物に指定された老樹の樹勢回復技術に応用できるかもしれない。そこで、本研究ではRAPD分析法と実生の根系に関する形態比較によって根萌芽特性を持つケヤキ実生の探索を試みた。専修寺、無量寿寺、および宇都宮大学構内に生育するケヤキ成木と実生の合計21試料について4本のオペロン社製ランダムプライマーを使用し、RAPD分析を行った結果をもとにUPGMA樹状図を得た。この樹状図は二つの主クラスターと各2個のサブクラスターで構成され、数本の根萌芽成木は異なった主クラスター間に別れた。そのうちの1つのクラスターに含まれた実生の根系の形態と調査地間の形態の比較分析結果を照合した結果、地際直径、側根の長さや基部の直径のそれぞれが際立って大きいという特徴が明らかとなった。

**キーワード :** 根萌芽、ケヤキ、実生、RAPD、*Zelkova serrata*

## 1 はじめに

ケヤキ *Zelkova serrata* Makino は通常種子による有性繁殖を行う。しかし、栃木県芳賀郡二宮町の専修寺には、無性繁殖の1形態である根萌芽するケヤキが数本あり、そのうちの4本とそれに隣接して母樹と推定された巨木1本が“専修寺御殿のケヤキ親樹・根上りケヤキ子樹”として、1998年1月16日付けで一括して栃木県の天然記念物に指定されている。専修寺の境内には、他に1975年1月28日に山門の傍らにある1本が“専修寺のケヤキ”として指定されているほか、北側の風致林を中心として23本のケヤキの成木があり、毎年多くの実生を生じている。ケヤキは建築材や家具材などとして優れ、またその樹形の美しさから風致林や街路樹などとして広く植栽されている<sup>1)</sup>。

他方では、天然記念物として指定された老樹大木が様々な要因により回復不能な状態まで枯損し、指定解除を余儀なくされる例も少なくない<sup>2)</sup>。もし、根萌芽する遺伝的特性を実生苗のうちに識別することが可能であれば、その育苗により優良な形質をクローン増殖により増殖を図る技術に結びつける手掛かりが得られるかもしれない。また、根萌芽特性を活かし、接木によって後代を育成し、さらに樹勢回復を図ることも可能であろう。そこで、本研究では、最も簡便に個体識別が可能なDNAの研究手法の一つであるRAPD法を使用し、その情報を手掛かりとした形態比較により、根萌芽特性を有する実生個体の識別・探索を試みることにした。

## 2 材料および方法

### 2.1 調査地

本研究の主な調査地 (Fig. 1) は、栃木県芳賀郡二宮町を流れる小貝川の流域に立地する専修寺、近隣の真岡市にある無量寿寺、および宇都宮市峰町の宇都宮大学構内である。それぞれに生育するケヤキの成木やその周囲の実生苗を遺伝的特性や形態的特性の比較のために材料として使用した。

### 2.2 ケヤキ成木と実生の分布

専修寺の境内北側には小貝川の支流・高田川より堀割りが敷設され、その岸に沿って22本のケヤキの成木を含む風致林がある。境内のケヤキ成木の主な配置と

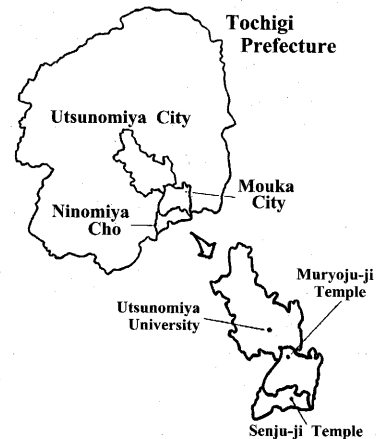


Fig. 1 Map showing the localities of study sites in Tochigi Prefecture.

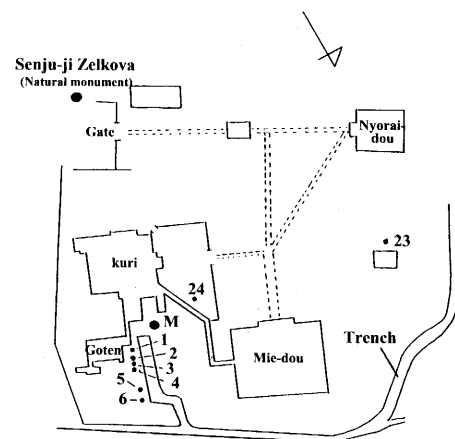


Fig. 2 Map showing the location of the Senju-ji Temple with several *Zelkova* trees in which “Senju-ji Zelkova” at the Gate was registered as natural monument on Jan. 28, 1975, while M and Nos.1 through 4 were registered on Jan. 16, 1998 due to their root sprouting characteristics.

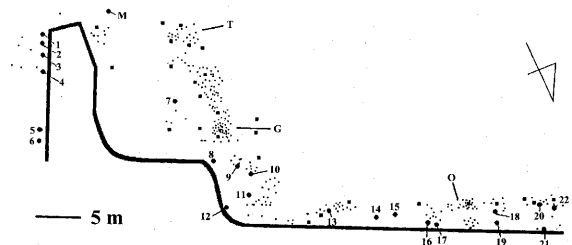


Fig. 3 Distribution map of matured *Zelkova* trees (M and nos. 1 through 22) and seedlings (small dots) around the scenic forest of the Senju-ji Temple, where bold line shows a trench.



Fig. 4 Root sprouting *Zelkova* trees registered as the natural monument of Tochigi Prefecture showing nos. 1 through 3 as in Fig. 3.

実生の分布をそれぞれ Fig. 2 および Fig. 3 に示す。そのうち、根萌芽を生ずるのは、天然記念物に指定された4本 (Nos. 1～4) とやや離れてそれらに続く2本 (Nos. 5～6)、および本調査の過程で発見された2本 (Nos. 16～17) である。前者の6本の個体のうち、4本が平均1.7m間隔、地上に露出している根茎の幅平均0.5mで繋がっており (Fig. 4)、そこからさらに8.2m離れた位置に1.7m間隔、根茎幅0.45mで2本が繋がっている。これら4本と2本の間には2個の切り株が存在し、そのうちの1個は根萌芽するケヤキとの連結が確認された。これらのことから、この6本は同一のクローンと推定された。さらに、この南隣には境内で最大の樹高28.7m、目通周囲4.7mの個体があり、これらの母樹と推定された。6本の根萌芽個体の間の切り株は1949年のキティー台風時に倒壊した跡であることが住職・鼎 照夫氏の話より明らかとなり、少なくともこれらの根萌芽個体の樹齢は50年以上に及ぶことが判った。

### 2.3 試料の採集とDNAの抽出精製

専修寺の成木ケヤキ12本、実生5本、宇都宮大学の成木ケヤキ1本、実生1本、無量寿寺の実生2本の合計21本より葉を採集し、DNAの抽出用試料とした (Table 1)。DNA抽出精製はCTAB法とエタノール沈殿法によった<sup>3)</sup>。

### 2.4 RAPD分析

ランダムプライマーとして、非特異的なバンドを与

Table 1 Materials of *Zelkova serrata* used for RAPD analysis.

Lane no.	Sample name*	Height/ g.c.h.(m)**	Remarks
1	Sen +M	28.7/ 4.7	Putative mother tree of su1～su6+
2	Sen +su1	11.5/ 1.6	Root sprouting+
3	Sen +su2	16.3/ 2.2	Root sprouting+
4	Sen +su6	17.0/ 1.5	Root sprouting
5	Sen +7	28.0/ 2.2	
7	Sen +13	22.0/ 1.6	
8	Sen +su16	22.7/ 1.8	Root sprouting
9	Sen +su17	23.4/ 1.9	Root sprouting
10	Sen +20	24.8/ 2.5	
11	Sen +23	23.0/ 1.4	
12	Sen +24	20.0/ 1.6	
13	Sen +NM	26.2/ 7.1	Natural monument at Gate
15	Sen +SeG		Seedling
16	Sen +SeOI		Seedling
17	Sen +SeOII		Seedling
18	Sen +SeTII		Seedling
19	Sen +SeTIII		Seedling
20	Mur +Sel		Seedling
21	Mur +SeII		Seedling
22	UU +I		
23	UU +SeII		Seedling

\*Abbreviation: Sen, Senju-ji Temple; Mur, Muryoju-ji Temple; UU, Utsunomiya University. \*\*Trunk height/ girth eye height. +Tochigi prefectural natural monument registered on 16 Jan. 1998.

えず安定した多型バンドを示すオベロン社製の KitA-11、-17、-20および KitC-12の4種類を使用した。PCR反応には Gene Amp PCR System 2400 (Perkin Elmar) を使用し、反応条件は Kobayashi and Furumoto に従った<sup>4)</sup>。すなわち、初期変性：94℃/45秒、変性：92℃/30秒・アニーリング：48℃/60秒・伸長：72℃/2分を43サイクル、後伸長：72℃/5分を行った。PCR反応液の組成は、15ng 鋳型 DNA (試料 DNA)、0.25 U *Taq* DNA ポリメラーゼ (ニッポンジーン) 0.05  $\mu$ l、0.3  $\mu$ M ランダムプライマー1.3  $\mu$ l、10 $\times$ PCRバッファー 1.1  $\mu$ l (0.25mM dNTP、1.65mM MgCl<sub>2</sub>、11mM Tris-HCl、0.1mM EDTA (pH8.8)、55mM KCl、0.11% Triton X-100、0.25% Glycerol、0.005mM DTT)、再蒸留水6.55  $\mu$ lを含む全容量10  $\mu$ lである。PCR増幅産物は0.5 $\times$ TBEバッファーを使用した2%アガロースゲル電気泳動法 (CHEF DRIL, BioRad) により分析した。泳動像は臭化エチジウム染色し、ポラロイド写真撮影し記録した。各プライマーについて、2～3回の追試を行い、再現性のあるバンドのみについて、多型のバンドの有無を1/0データに置き換え、Nei と Liの式をもとに遺伝距離を計算し、UPGMA 樹状図を得た<sup>4)</sup>。

### 2.5 ケヤキ実生のサイズクラスと形態比較

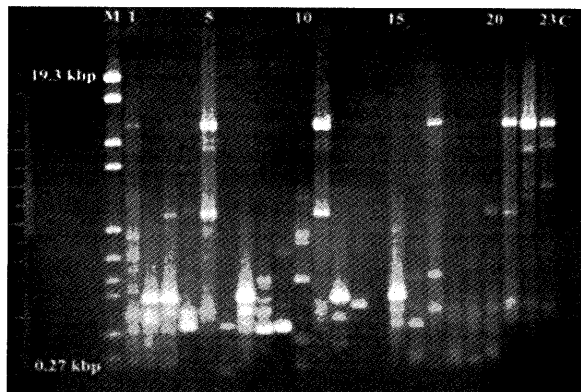
1998年4月から6月にかけて、専修寺境内の実生の位置と苗高を調べた。同様に、宇都宮大学構内国際学部C棟南側にあるケヤキの実生を調べた。これらのそれ

それぞれ167本および200本の実生を苗高により8クラスに区分した。この結果をもとに、高さクラスごとに合計50本の実生を採集し、その地際直径、主根長、最も長い側根の長さおよび基部直径を計測・比較した。なお、本研究では、実生根系において、最も長い側根を「一次側根」と呼称した。

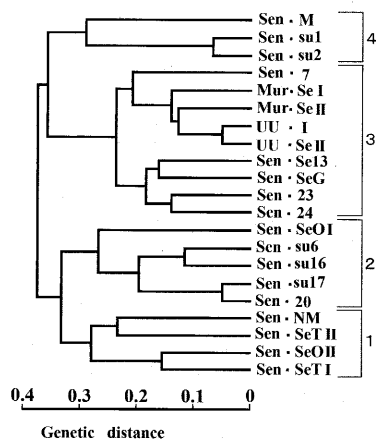
専修寺では、除草のために刈り取り処理が行われているのに対して、宇都宮大学構内では除草剤による処理を実施するという管理上の違いがあった。そこで、

**Table 2** Random primers used and numbers of bands produced for 21 samples listed on Table 1.

Primer	Nucleotide sequences	No. of bands
OPA-11	5'-CAATCGCCGT-3'	13
OPA-17	5'-GACCGCTTGT-3'	12
OPA-20	5'-GTTGCGATCC-3'	9
OPC-12	5'-TGTCATCCCC-3'	6



**Fig. 5** RAPD banding patterns for OPC-12 in the *Zelkova serrata*. The numbers in the row refer to the sample number as shown in Table 1. Two lanes containing control mixture (C), and a DNA size marker, Boehringer Mannheim's DNA Molecular Weight Marker VI (M).



**Fig. 6** UPGMA dendrogram of 21 samples based on Nei and Li's genetic distances with RAPD data.

実生の地際直径の比較をより正確に行うため、専修寺と同様に刈り取り処理を実施している真岡市の無量寿寺を調査地に選定し、そこで生育する実生を対照区に加えた。専修寺と同様に50本の実生において、実生の刈り取り痕の有無とともに、地際直径と苗高を計測した。

専修寺と無量寿寺における実生の地際直径について、調査地間、および刈り取り痕の有無との相互の関連を2元配置の分散分析によって検定した。

UPGMAの解析結果より、多くの根萌芽個体と同一のクラスターに属する専修寺の実生個体について、宇都宮大学構内に生じた実生との比較においてその形態的特徴を明らかにした。

### 3 結果および考察

#### 3.1 RAPD 分析

4つのランダムプライマーを使用したPCR増幅の結果、合計40本の多型バンドを検出した (Table 2)。このうち、OPC-12によるPCR増幅産物の電気泳動像をFig. 5に示す。これらにより得られた1/0データファイルに基づいて構築したUPGMA樹状図をFig. 6に示す。

この樹状図により、二つの主クラスターと4つのサブクラスターが認められ、これらの平均遺伝的距離は、0.3508であった。第1のサブクラスターは、専修寺山門の天然記念物のケヤキと、風致林の全域に広く分布するような実生を含むクラスターである。第2のサブクラスターは専修寺風致林の比較的西方にかたまって分布する個体で、今回の調査で発見された根萌芽個体2本と、林の東はずれにあり、天然記念物に指定された根萌芽個体の延長線上の端に位置する根萌芽個体を含んでいる。第3は、専修寺、無量寿寺および宇都宮大学構内のすべての試料にまたがり、根萌芽の特性を示す試料を全く含まないサブクラスターである。第4は天然記念物に指定された根萌芽するケヤキ4本のうちの2本とそれらの親と推定される成木からなるサブクラスターである。

専修寺の実生であるOIは根萌芽を生ずるケヤキと同じ第2のサブクラスターに属したので、この個体における形態的な特徴は、根萌芽特性をもつ実生の特徴を表す可能性が推定された。そこで、改めて実生根系

の形態比較と専修寺 OI とサブクラスター 3 に入った宇都宮大学実生 II の形態的特徴を比較検討した。

### 3.2 実生根系の形態比較

専修寺と宇都宮大学構内に生ずる実生の根系について、主根長とその地際直径、最も長い側根長、すなわち一次側根長とその基部直径の平均値を比較した (Table 3)。主根の長さや地際直径は、宇都宮大学では、それぞれ 11.13 cm と 1.71 mm であるのに対して、専修寺では、13.81 cm および 3.56 mm であった。一次側根の長さとその基部直径は、宇都宮大学では、8.81 cm と 0.61 mm であるのに対して、専修寺では、8.69 cm と 0.74 mm であった。一次側根の基部の太さは平均値では専修寺の方が高い値を示したが、その差は高さクラスごとのばらつきが大きく、有意性は認められなかった。それに対して、すべての高さクラスにおいて顕著な差が認められたのは地際直径であった。

次に、専修寺と同様、庭園の管理に刈り取り処理を行う無量寿寺の実生の地際直径を専修寺の実生と比較した。各調査地における平均値は、専修寺で 4.3 mm であるのに対し無量寿寺では 1.7 mm であり、顕著な差が認められた。2 元配置の分散分析の結果でも調査地間で地際直径に有意な差が認められた (Table 4)。また、両調査地において刈り取り痕の有無によって地際直径のばらつきに差がみられ、特に Fig. 7 の散布図に示すように、刈り取り痕の無い個体のばらつきにおいて差が目立った。分散分析の結果、地際直径に、無量寿寺では刈り取り痕の有無による有意差が有るのに対して、専修寺では有意差が無く、また、相互作用に有意性は認められなかった。以上のように、刈り取り痕の無い個体では調査地によってばらつきに差が有り、専修寺の実生は大きな地際直径を持つことが分かった。

専修寺 OI とサブクラスター 3 に入った宇都宮大学

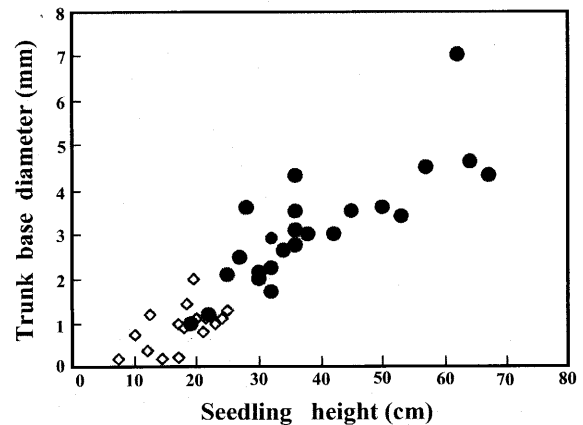
**Table 3** Comparison of root morphology of *Zelkova* seedling between Senjuji Temple (Senju-ji) and Utsunomiya University (UU).

Size class (cm)	Main root				Lateral root			
	Length (cm)		Diameter* (cm)		Length (cm)		Diameter* (mm)	
	UU	Senju-ji	UU	Senju-ji	UU	Senju-ji	UU	Senju-ji
1~5	3.5	3.5	0.1	0.1	3	1	0.1	0.1
6~10	6	10	0.12	0.1	3	3	0.1	0.2
11~15	11	7	0.1	0.2	4	9	0.2	0.7
16~20	9.5	13	0.1	0.25	5.5	7.5	0.9	0.7
21~25	19	16	0.15	0.6	10	10	0.2	0.35
26~30	15	19	0.2	0.6	20	6	0.95	0.75
31~35	10	22	0.3	0.5	12	15	1	2
36~40	15	20	0.3	0.5	13	15	1.4	1.1

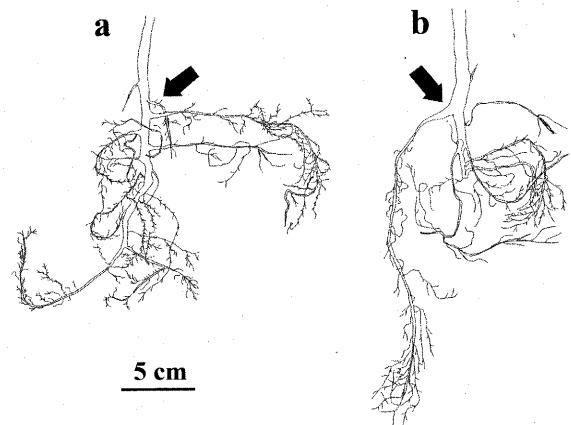
\*Diameter at root base.

**Table 4** Variance analysis for the effects of locality of Senju-ji and Muryoju-ji Temples, trunk cutting, and their interaction on the root-base diameter of *Zelkova serrata* seedling.

Effect	Variance	df	F	F-ratio	p
(1) Locality					
Between subject	74.149	1	74.149	432.162	$p < 0.01$
Within subject	168.359	98	1.718		
Total	242.508	99			
(2) Trunk cutting					
a) Senju-ji Temple					
Between subject	1.7909	1	1.7909	0.9893	ns
Within subject	83.268	23	1.8102		
Total	85.059	47			
b) Muryoju-ji Temple					
Between subject	22.483	1	22.483	7.903	$p < 0.05$
Within subject	96.731	17	2.845		
Total	119.214	35			
(3) Interaction					
Locality	20.172	1	20.172	8.049	$p < 0.005$
Trunk cutting	44.983	1	44.983	17.949	$p < 0.001$
Locality x Trunk cutting	4.904	1	4.904	1.957	ns
Total	240.48	71			



**Fig. 7** Scatter diagram between seedling height and trunk base diameter of *Zelkova* seedlings without trunk-cutting scars occurred in Senjuji Temple (closed circles) and Muryojuji Temple (open diamonds).



**Fig. 8** Comparison of root system of *Zelkova* seedlings from Utsunomiya University UU · Se II (a) and Senjuji Temple with Sen · Se OI as in Table 1 (b). Arrows show the bases of primary lateral roots.

実生Ⅱの根系を比較した。これらの試料はTable 3に示す実生のサイズクラス分布では、ほぼ、両者とも苗高31~35cmの級間に位置することがわかった。専修寺OIの根系は宇都宮大学Ⅱのものよりも一次側根の基部の肥大成長が大きいことを示した (Fig. 8の矢印)。すなわち、それらの基部直径は専修寺OIが2.6mmであるのに対し、宇都宮大学Ⅱは0.9mmであった。また、一次側根の長さも専修寺OIでは15.6cm、宇都宮大学Ⅱは13.3cmであり、専修寺の方が長かった。反対に、細根の様子は宇都宮大学のものに比べて、専修寺ではその本数が少なかった。また、地際直径でも専修寺OIでは2mm、宇都宮大学Ⅱでは1.4mmというように若干の差が認められた。このように、根萌芽特性を持つと推定される個体には、実生の段階から根系において異なった形態的特徴を持つことが示唆された。

#### 4 総合的考察

##### 4.1 UPGMA による専修寺の家系

UPGMA 樹状図 (Fig. 6) は2つの主クラスターと4つのサブクラスターで構成された。

根萌芽する専修寺1、2と専修寺Mは同じサブクラスターに含まれることから、これらの個体が類似した遺伝的組成を持ち、専修寺Mは1、2の母樹と推定されたことを裏付けている。また、同じ根萌芽個体である専修寺1、2と専修寺6が別々のクラスターに分かれた。したがって、列状に並び、見かけ上、連結しているように見えた専修寺1-4と専修寺5、6は別々のクローンで構成されると考えられる。

次に、専修寺6を含むサブクラスターには同様に根萌芽を生じる個体である専修寺16、17が含まれることから、このクラスターには根萌芽特性を持つ個体が集まっていると判断される。よって、同クラスター中にある専修寺20、および実生の専修寺OIは根萌芽特性に関わる遺伝的特性を持つ可能性がある。専修寺20周辺の土壌を剥ぎ取って調べた時には、連結部分がはっきりと確認できなかったが、専修寺20は専修寺21と繋がっているように見えた。UPGMAの結果は、これらが根萌芽個体である可能性を示唆した。また、専修寺境内に根萌芽特性を持つ専修寺OIのような根系の形態が異なった特徴を持つ実生の存在が示唆された。

また、根萌芽を生じる個体が2つの主クラスターに

分けられたことは、専修寺内には少なくとも2系統の根萌芽特性を有する個体が存在する可能性を示している。

##### 4.2 根萌芽特性を持つ可能性を持った個体の特徴

専修寺と無量寿寺の地際直径の比較結果から、専修寺の地際直径の大きさは刈り取り処理による効果だけでなく、専修寺の実生が本来持っている特徴と判断される。しかし、専修寺と無量寿寺各々の環境の違いを反映した可能性は排除出来ない。2元配置分散分析の結果では、相互作用に有意な差が認められず、両調査地において刈り取り処理の効果に有意な差が無かったことを意味している。無量寿寺では、刈り取り処理によって地際直径に差があるのに対し、専修寺では差が無いというのは注目に値する。仮に、この両調査地の差が単に環境によるものとする、刈り取り痕を持った個体において、専修寺、無量寿寺ともに同程度の地際直径を持つ個体が生じていることから、刈り取り痕の無い個体においても同程度の地際直径を持つ個体が存在するはずである。しかし実際には、専修寺で8mm近い地際直径を持つ個体があるのに対し、無量寿寺では3mm程度にとどまった。この差を、単に実生の調査地環境の差だけで説明することは難しい。UPGMAの結果もあわせて考えると、専修寺内に根萌芽特性を持つ実生の存在が示唆されたことから、専修寺と無量寿寺における地際直径の差は、根萌芽特性を持った実生の特徴の寄与を示唆している。

##### 4.3 おわりに

今回の調査によって専修寺にはまだ確認されていない根萌芽を生じている個体、また専修寺内の実生には、根萌芽を生ずる可能性のある性質を持つ個体が存在することがわかった。また、その性質を持った個体は地際直径が大きく、一次側根長や、その基部直径が大きいという特徴を持つ可能性があることも明らかになった。

根萌芽は根系に傷害を負うなど、ストレスを受けた時に生じるといわれている。ケヤキについても老齡樹などで、そのような時に萌芽枝による株立ちなどの無性生殖を行なう場合が知られている<sup>5), 6)</sup>。しかし専修寺のケヤキのほとんどは、その樹高と目通周囲から樹

齢100年未満であると考えられ、決して老齢とは言えない。また、専修寺の土壌は肥沃であり、専修寺裏に存在する堀には春から夏にかけ水が満たされることから水分に富んでいる。自然状態のケヤキは、溪谷河川の水分の多く肥沃な土壌に生育する樹種であることから<sup>7), 8)</sup>、専修寺のケヤキは乾燥や過湿などの水分ストレスの少ない、比較的良好な環境に生育していると判断される。よって、このように非常に狭い範囲に集中して根萌芽を生じているのは、専修寺のケヤキが他の地域のケヤキとは異なる非常に稀な遺伝的特性を持つ可能性を示すものである。この点では、マイクロサテライト・マーカーなどを使用したさらに詳細な遺伝子レベルの解析が望まれる。

他方、専修寺の根萌芽が、何らかのストレスによって生じたのか、あるいはニセアカシア<sup>9)</sup>やモミジバフウ<sup>10)</sup>のように健全でありながら根萌芽を生じているのかといった発生条件や、どのような生理的・生態的意義をもつのかを知るためには組織学的、生態学的な調査も必要であろう。

## 謝 辞

本研究の調査にあたり、高田山専修寺の住職・鼎照夫氏および専修寺の関係者の諸氏ならびに無量寿寺の住職・宮夫仁道氏から多大なご協力を賜りました。記して厚く御礼を申し上げます。また、本稿の査読者には、有益な批判と多大なる助言をいただきました。記して深潭なる謝意を表します。

## 引用文献

- 1) 中村克哉. 1995. 樹木の保護. 緑化樹木の樹勢回復, 27-34, (社) ゴルファーの緑化促進協力会編, 博友社, 東京.
- 2) 中村克哉. 1995. 樹勢衰退の現況と原因. 緑化樹木の樹勢回復, 22-26, (社) ゴルファーの緑化促進協力会編, 博友社, 東京.
- 3) Hasebe, M. and Iwatsuki, K. 1990. *Adiantum capillus-veneris* chloroplast DNA clone bank as useful heterologous probes in the systematics of the leptosporangiate ferns. Amer. Fern J. 80:20-25.
- 4) Kobayashi, M, R. Furumoto. 2004. A phylogeny of Japanese dwarf bamboos, the Sasa-group based on RAPD- and morphological data analyses. J. Phytogeogr. Taxon. 52:1-24.
- 5) 原口雅人. 1991. 樹齢800年生アカケヤキの萌芽枝からの植物体再生. 42回日本林学会関東支部大会発表論文集 :63-64.
- 6) 原口雅人. 1992. ケヤキ育種の現状と問題. 林木の育種 165:27-32.
- 7) 前田雄一、谷本丈夫. 1992. 鳥取県におけるケヤキの分布について. 103回日本林学会大会発表論文集 :383-385.
- 8) 寺村 進. 1996. ニレ科. 戸部 博 編集. 週刊朝日百科 植物の世界90. ケヤキ マンサク カツラ :8-162-8-166
- 9) 玉泉幸一郎、飯島康夫、八幡 久. 1991. 海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアの根萌芽の分布とその形態的特徴. 九州大学演習林研究報告 64:13-28.
- 10) Kormanik, P.P. and C.L. Brown. 1967. Root buds and the development of root suckers in Sweetgum. Forest science 13:338-345.